

# 物理学史中的四月

1926年4月28日：薛定谔写信给爱因斯坦，  
说明“波动力学”

（译自 *APS News*，2015年4月）

萧如珀<sup>1</sup> 杨信男<sup>2</sup> 译

（1 自由业；2 台湾大学物理系 10617）



牛顿提出他的万有引力定律和运动方程式，开启了物理学的新时代。牛顿死后300年，薛定谔（Erwin Schrödinger）做出了类似的贡献，他提出了量子方程式，等同于古典物理学中的古典运动方程式和能量守恒律。

薛定谔的父亲经营一间油布工厂很成功，他是家中唯一的小孩，经济的自主让他可以追求化学和植物学的科学兴趣。薛定谔在进入维也纳一间文理中学（相当于美国的预科学校）之前，除了有一位兼职的家教外，早期的教育大都来自他的父亲。他喜爱数学和物理，也很欣赏德国诗词及戏剧，但对文学批评和硬背历史事实很厌烦。他继续到维也纳大学深造，在那里首先上了哈森诺尔（F. Hasenöhrl）的理论物理课，后来哈森诺尔成了他的论文指导教授。

1910年，薛定谔获得了博士学位，之后在维也纳一间实验室为艾克司纳（F. Exner）工作，负责大型实验室课程，他自认这段经验让他获得了非常宝贵的实验技巧。第一次世界大战期间，他在军中服役，驻扎在意大利前线的偏远地区，但仍跟上物理的发展。在早期物理生涯阶段，他经常改变工作地点，部分源于政局的动荡。1921年，他在苏黎世大学任职，直到6年后才接续普朗克（Max Planck）在柏林大学的教授职位。

量子力学当时仍在萌芽阶段，但发展快速。1924



薛定谔

年11月，德布罗意（Louis de Broglie）在他博士论文口试中提出假设，说明不仅光，甚至物质，都会显示出波粒二象性。薛定谔在阅读爱因斯坦的论文时得知此突破（爱因斯坦从朗之万（P. Langevin）那里得知），对此所谓的德布罗意波的概念深感兴趣。

薛定谔从未曾很喜欢玻耳的原子模型，受到爱因斯坦论文中一个批注的启发，他尝试建立一个电子环绕原子核所做的运动是一种波，而非粒子的运动模型。直至1925年末，他的努力一直受阻，所以决定和他其中一位情妇到瑞士阿罗沙（Arosa）的山中小屋，独自花些时间思考。浪漫的隐居奏效了，他于1926年1月解开了难题，之后，他发表了类氢原子的波动方程式，同年还发表了一系列4篇论文，应用他的程序至各个不同的系统上。

受到此突破的鼓舞，薛定谔于1926年4月28日写信给爱因斯坦说：“这个概念完全建构于波动力学上；它只是波的力学应用到气体上，而非应用到原子或振子上。”爱因斯坦很热烈地响应，不仅他而已，薛定谔的波动方程式被公认为20世纪最重要的物理突破之一，和当时刚由海森伯（W. Heisenberg）发展出来的矩阵模型互补而不抵触（事实上，薛定谔的方法更容易被接受，因为它是大部分物理学家都熟悉的方式）。

虽是如此，薛定谔却因为无法在他的量子力学研究与其哲学意涵之间取得调和，而让他深感不满。薛定谔方程式表示出量子系统的波函数，以及它如何随时间改变，但并没解释波函数真正的意涵。他的方程式并不具因果决定性，而只预测可能结果的几率分布。薛定谔在一次广为人知，评论传统的哥本哈根诠释时说：“我不喜欢它，真抱歉我曾和它有关系。”

虽然薛定谔成功提出了波动方程式，但他仍得费力去寻找稳定的长期学术职位。1931年，他仍在柏林，但那里的职位并没维持很久。纳粹于1933年在德国取得政权，薛定谔和当时许多学者一样，对于大学中的犹太知识分子遭到整肃深感不安，所以他选择离开德国前往英国牛津大学。薛定谔在抵达牛津的第一个星期即得知，他和提出引入当时相当新概念的电子自旋量子方程式的狄拉克（P. Dirac）同获1933年诺贝尔物理奖。这应该是开启迟来很久的稳定物理生涯的时刻，但很快即传出他背离习俗的家庭情况：他和太太安妮公开结婚，却和情妇有一儿子，而情妇是薛定谔极力推荐也去牛津的一位同事的太太。甚至诺贝尔奖的荣耀也无法免除社会对他的谴责，薛定谔最终遭到解聘。普林斯顿大学要给他聘书，薛定谔婉拒了，也许因为他同时要带太太和情妇赴美会遭到类似的反对而作罢。幸运的是，他的物理研究似乎不因所有这些职业上的大变动而受到影响；在这段期间，他提出了一个知名的吊诡思考性实验：薛定谔的猫。

签证的延误使薛定谔无法接受爱丁堡的职位，因

此他回到奥地利格拉兹大学（University of Graz），这是一个轻率，时机不对的决定。纳粹两年就并吞了奥地利，薛定谔的职业生涯又再一次遭到放逐，虽然他绝望地尝试对纳粹政权妥协，收回之前的反对意见，但此举遭到许多包括爱因斯坦等同行的憎恶。薛定谔后来为此没有原则的行为缺失而道歉。爱尔兰首相说服他接受都柏林以普林斯顿为榜样而刚成立的高等研究院职位。爱因斯坦在普林斯顿，爱尔兰需要薛定谔。整体而言，薛定谔在都柏林度过了成果丰硕的17年，他说那段期间是“一段非常、非常美丽的时光，否则我绝无法了解且爱上爱尔兰这个美丽的岛。”1956年，薛定谔终于回到奥地利，接受维也纳大学的讲座职位。他后来回忆说：“奥地利在各方面都对我很礼遇，因此我的学术生涯选在与最初开始相同的物理学院快乐地结束。”薛定谔于1961年1月4日因折磨他大半生的肺结核而过世。

进一步阅读：

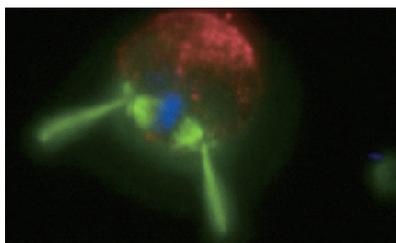
1. Einstein, A. et al. *Letters on Wave Mechanics: Schroedinger-Planck-Einstein-Lorentz*. Philosophical Library, First edition, 1967.
2. Halpern, Paul. *Einstein's Dice and Schroedinger's Cat*. New York: Basic Books, 2015.
3. Schroedinger, E. (1926) "An Undulatory Theory of the Mechanics of Atoms and Molecules," *Physical Review* 28(6): 1049-1070.

（本文转载自2016年4月《物理双月刊》，网址：<http://Psroc.Phys.ntu.edu.tw/bimonth/index.php>；Email: [Snyang@phys.ntu.edu.tw](mailto:Snyang@phys.ntu.edu.tw)）



## 科苑快讯

### 多细胞生物起源于一次随机突变



早期生命是单细胞的，6亿年前的一次随机突变改变了一个关键蛋白质的功能，使多细胞生物成为可能。

在多细胞生命体中，邻近细胞需要相互协调，关键在于有丝分裂纺锤体的定向，使染色体进入子细胞。

美国俄勒冈大学（University of Oregon）的普瑞何达（K. Prehoda）与同事利用一种称为先祖蛋白质重建的技术，基于基因序列测定和计算机模拟，跟踪基因的改变。更值得注意的是，单个突变产生如此巨大影响的原因是两个看似不相关的分子间却存在相似之处。

（高凌云编译自2016年2月12日《欧洲核子中心快报》）